Aus dem Zahnärztlichen Institut der Universität Tübingen
Direktor: Prof. Dr. Dr. E. Fröhlich

Untersuchungen über Oberflächen von Zahnwurzeln nach instrumenteller Entfernung von Konkrementen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
ANNEGRET SEYDEL
aus Altensteig

1962

7192

Aus dem Zahnärztlichen Institut der Universität Tübingen
Direktor: Prof. Dr. Dr. E. Fröhlich

Untersuchungen über Oberflächen von Zahnwurzeln nach instrumenteller Entfernung von Konkrementen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
ANNEGRET SEYDEL
aus Altensteig

1962

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Dekan:	Professor Dr. K. Brecht
Referent:	Professor Dr. A. Kröncke
Korreferent:	Professor Dr. Dr. E. Fröhlich

Fotodruck PRÄZIS · Tübingen

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

I. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG 1

II. ÜBER ABLAGERUNGEN AM ZAHN UND IHRE ENTFERNUNG 2

1. Nähere Begriffsbestimmung und Herkunft 2

2. Klinische Erkennbarkeit 3

3. Entfernung von Konkrementen und nekrobiotischem Wurzelzement 4

4. Klinische Mehtoden der Konkremententfernung 6

III. MATERIAL UND METHODEN 9

a. Instrumentelle Konkremententfernung an extrahierten Zähnen 9

b. Die Replica-Technik 13

c. Rauhtiefenmessungen mit dem Profilographen 15

IV. ERGEBNISSE 15

V. DISKUSSION DER ERGEBNISSE UND KRITISCHE BEWERTUNG FÜR DIE PRAXIS 36

1. Diskussion der Einzelergebnisse 36

2. Kritischer Vergleich der Ergebnisse unter Berücksichtigung der anatomischen und klinischen Gegebenheiten 37

VI. ZUSAMMENFASSUNG 41

VII. LITERATURVERZEICHNIS 43

Meinen Eltern

Untersuchungen über Oberflächen von Zahnwurzeln nach instrumenteller Entfernung von Konkrementen

I. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Konkremente sind als lokale Reizfaktoren die wichtigste Ursache fortschreitender marginaler entzündlicher Prozesse im Zahnhalteapparat. Sie, aber auch funktionelle und interne Faktoren führen zum Krankheitsbild der marginalen Parodontitis in seinen verschiedenen Formen und Stadien.

Ihre Entfernung gehört neben der Einebnung von pathologisch vertieften Zahnfleischtaschen zur lokalen Vorbehandlung und Therapie dieser Erkrankungen.

Zwei Verfahren der instrumentellen Konkremententfernung sind gebräuchlich:

1. Die konservative Zahnfleischbehandlung (Taschenkürettage)
2. Konkremententfernung nach operativer Freilegung der Zahnhälse unter weitgehender Sichtkontrolle (Aufklappungsmethoden, Gingivektomie, u.a.)

Mit dem Ziel, möglichst glatte, d.h. reizlose Wurzeloberflächen zu schaffen, die ein Wiederverwachsen mit parodontalem Gewebe (Reattachment) ermöglichen sollen, sind verschiedenartigste Hand- und rotierende Instrumente angegeben worden.

Bei jeder instrumentellen Hartsubstanzbearbeitung ergeben sich jedoch je nach Form und Arbeitsweise des Instruments sowie nach Gründlichkeit der Handhabung mehr oder weniger "gute" Oberflächenformen.

Es ist daher zu prüfen, wie die Wurzeloberfläche nach instrumenteller Konkremententfernung und gründlicher Bearbeitung aussieht und welches zur Zeit erhältliche einschlägige Instrument die günstigsten Verhältnisse schafft. Dabei wird zunächst von optimalen Voraussetzungen ausgegangen, d.h. Wurzelflächen extrahierter Zähne werden mit verschiedenen Instrumenten unter Kontrolle des Auges bearbeitet. Ansatz und Arbeitsrichtung der Instrumente werden den klinischen Möglichkeiten angepasst.

II. ÜBER ABLAGERUNGEN AM ZAHN UND IHRE ENTFERNUNG

1. Nähere Begriffsbestimmung und Herkunft

Neben weichen Belägen, die im wesentlichen aus Nahrungsresten, abgeschilferten Epithelien und Bakterien bestehen, finden sich an den Zahnhälsen, an der Wurzeloberfläche und in den Zahnfleischtaschen harte Ablagerungen.

Sie werden häufig nach ihrer Lokalisation am Zahn - wobei der Zahnfleischrand die Grenzlinie darstellen soll - als supra- und subgingivaler Zahnstein bezeichnet. Spricht man einfach von "Zahnstein", so ist damit der supragingivale gemeint. FOCKE (4) schlägt vor, die subgingivalen Ablagerungen als Taschenstein (calculus sinosus) dem an der klinischen Zahnkrone lokalisierten Zahnstein (calculus dentalis) gegenüberzustellen.

Die Bezeichnung "Zahnstein" (calculus dentalis) hat sich heute allgemein durchgesetzt, dagegen herrscht über die Benennung der Ablagerungen am Zahnwurzelzement keine Klarheit, doch scheint sich statt "subgingivaler Zahnstein" oder "Taschenstein" trotz vieler anderer Vorschläge und Kritiken der Ausdruck "subgingivale Konkremente" oder einfach "Konkremente" durchzusetzen.

KANTOROWICZ hat bereits 1925 diese Gebilde anderen bekannten Konkrementablagerungen im Körper gleichgesetzt, etwa dem Kalkmantel um Gallensteine oder um Uratsteine, also Versteinerungen, die sämtlich von entzündeter Schleimhaut um Fremdkörper abgelagert werden. (8) MITSCHERLICH, BONWILL und YOUNGER (12) nahmen an, dass Zahnstein und Konkremente aus dem Speichel stammen. Dafür sprechen die fast regelmässig anzutreffenden Steinbildungen an der Lingualfläche der unteren Frontzähne und an der Buccalfläche der oberen Molarenkronen, also an Zähnen, die an unmittelbarer Nachbarschaft zu den Ausführungsgängen der grossen Speicheldrüsen stehen. Genaue Beobachtungen zeigen aber, dass nur der Zahnstein einen lokalen Zusammenhang mit den genannten Speichelausführungsgängen aufweist, während die Konkremente an jedem Zahn in gleicher Weise auftreten können. Ausserdem bestehen zwischen Zahnstein und Konkrementen chemische und physikalische Unterschiede. Heute gilt es als sicher, dass der Zahnstein ein Produkt des Speichels ist und deshalb gelegentlich auch als "Speichelstein" bezeichnet wird.

Die Herkunft der Konkremente ist noch umstritten. PEIRCE und PAUL

(16) vertraten die Ansicht, dass es sich um Ausscheidungsprodukte des Blutes handle, die als Ausdruck irgendwelcher Reizzustände innerhalb der Alveole entstünden und glaubten, sie deshalb "Serumsteine" nennen zu müssen.

KANTOROWICZ sieht in ihnen Versteinerungen, die von entzündeter Schleimhaut um "Fremdkörper" abgelagert werden. Als Fremdkörper in der Tasche kommen Epithelien und Detritus in Betracht, die die Matrix darstellen, in welche sich Kalksalze einlagern.

Ähnlich drücken sich BALAN (1) und WANNENMACHER (22) aus, die die subgingivalen Konkremente - einfach: Konkremente - als "echte Konkremente" und Ausdruck eines serös-entzündlichen Geschehens betrachten.

2. Klinische Erkennbarkeit

Klinisch unterscheiden sich Zahnstein und Konkremente nach ihrer Lokalisation am Zahn wie auch im gesamten Gebiss, weiterhin nach Farbe, Härte und Haftfähigkeit am Zahn. Der Zahnstein findet sich vorwiegend an den Lingualflächen der unteren Frontzähne und den Buccalflächen der oberen Molaren und bedeckt die Zahnkronen vom Zahnfleischrand bis zur Höhe des anatomischen Äquators. Er ist deshalb schon bei orientierender Betrachtung des Gebisses zu erkennen. Er ist bröcklig, haftet nicht allzu fest am Zahn und kann zusammenhängend in grossen Stücken entfernt werden.

Die Konkremente fallen bei oberflächlicher Befunderhebung meist gar nicht auf. Sie liegen versteckt in pathologisch vertieften Zahnfleischtaschen und in Interdentalräumen. Manchmal kann man sie an der Zahnwurzel erkennen, wenn man die lose Papille mit einem Spatel vorsichtig, ohne eine Blutung zu verursachen, abhält oder mit entsprechenden Zahnfleischpackungen den Eingang der Zahnfleischtasche erweitert. Tastend kann man sie mit einem geeigneten Instrument, z.B. einer Sonde oder einem feinen Häkchen, in der Zahnfleischtasche entdecken, wenn man prüfend an der Wurzeloberfläche entlang fährt. Konkremente können an allen Zähnen in gleicher Weise auftreten, sie bevorzugen dabei die approximalen Zahnflächen. Sie sind von graugrünlicher bis dunkelbraun-schwarzer Farbe, von steinharter Konsistenz, haften ausserordentlich fest auf der Unterlage und lassen sich vielfach nur in einzelnen Partikelchen beseitigen. Ihre Härte beruht auf der Armut an organischen Substanzen.

KANTOROWICZ stellte fest, dass die Konkremente nicht bis an den Boden der Tasche reichen und scheinen deshalb in die schon vorhandene vertiefte Ta-

sche eingelagert zu werden; dennoch sind sie ursächlich an marginal entzündlicher Zahnbetterkrankungen beteiligt, da sie den Epithelüberzug der dem Zahn zugekehrten Fläche des Zahnfleisches mechanisch reizen. Therapeutisch kommt deshalb ihrer restlosen Entfernung grösste Bedeutung zu.

3. Entfernung von Konkrementen und nekrobiotischem Wurzelzement

Zur grundsätzlichen Frage, ob mit den Konkrementen auch das Wurzelzement entfernt werden soll, seien hier ZANDER's histologische Untersuchungen erwähnt: ZANDER (23) wies an Hand von histologischen Untersuchungen die verschiedenen Befestigungsarten der Konkremente an der Wurzeloberfläche nach. Im einfachsten Fall haften die Konkremente nur oberflächlich auf der Zementcutikula. In fortgeschrittenen Stadien ist die Zementcutikula zerstört,und die Konkremente sind in den mikroskopischen Rauhigkeiten der Zementoberfläche verankert. Ihre organische Matrix setzt sich in den winzigen Öffnungen fest, in denen früher die Sharpey'schen Fasern inserierten. Damit haben Mikroorganismen die Möglichkeit, in das Zement einzuwandern. Schliesslich können sich die Konkremente in Zementresorptionen festsetzen und in Sprünge und unter sich gehende Zementpartien bis zum Dentin eindringen.

Daraus geht hervor, dass eine glatte, reizlose Wurzeloberfläche nur dann erreicht werden kann, wenn bei inniger Verbindung von Konkrementen und Zement beide entfernt werden. RIFFLE (17) hat das konsequent an 500 Zähnen durchgeführt: Er entfernte den Wurzelzement völlig und konnte zeigen, dass es ohne diese Massnahme unmöglich ist, eine harte glatte Oberfläche zu erhalten.

HARNDT (6) dagegen hört mit der Behandlung auf, wenn der Eindruck entsteht, als ob man über Sammet streicht, auch wenn noch Wurzelzement zurückbleibt. Wird ausserdem das Granulationsgewebe der Tasche entfernt, so ist nach seiner Auffassung eine Anlagerung oder Anheilung der Gingiva an die Zahnwurzel möglich und die Voraussetzung für das Verschwinden der pathologisch vertieften Zahnfleischtasche gegeben.

Um dieses Ziel zu erreichen, wurden in den vergangenen fünfzig Jahren verschiedene Methoden entwickelt und eine fast unübersehbare Zahl von Instrumenten angegeben.

Der Amerikaner RIGGS (18) gab als erster 1867 eine systematische Behandlung an, die im wesentlichen durch eine äusserst gründliche Ausräumung der Taschen von allen Fremdkörpern gekennzeichnet war. YOUNGER verbreitete die RIGGS' sche Methode und SACHS (18) hat sie 1909 nach einer Studienreise durch Amerika in Deutschland eingeführt und ausgebaut. SACHS modifizierte den Instrumentensatz von YOUNGER und erweiterte ihn durch seine Küretten. Auch andere Autoren gaben Instrumente an, die das Eindringen in tiefe und enge Taschen und die Entfernung der Konkremente erleichtern sollten.

Von den Instrumenten wird ausnahmslos verlangt, dass sie so zierlich und zart wie möglich geformt sind. Sie müssen kantig und scharf und aus sehr gutem Stahl hergestellt sein, um nicht rasch stumpf zu werden. Sie dürfen nicht übermässig elastisch sein, damit sie entsprechend geführt werden können und damit das Arbeiten, das einen relativ grossen, dosierbaren Kraftaufwand erfordert, nicht ungünstig beeinflusst wird. Die Instrumente sollten möglichst aus einem Stück gearbeitet sein, weil sich einschraubbare Griffe während der Arbeit leicht lösen können und die sichere Handhabung gefährden. Die Griffe sollten zweckmässig geformt sein, um eine rasche Ermüdung zu verhindern.

Damit der Zahn von allen Seiten bearbeitet werden kann, gaben die Autoren meist einen ganzen Instrumentensatz an (wie z.B. SACHS, GOTTLIEB, ORBAN, BLACK, MILLER und GRACEY). Weil ein häufiger Wechsel der Instrumente viel Zeit benötigt, ist der Zahnarzt bestrebt, sich auf möglichst wenig und geeignete Instrumente während der Behandlung zu beschränken. So hat LOOS (10) die oben genannten Sätze auf sieben Einzelinstrumente, also ungefähr auf die Hälfte, reduziert. Mansche Autoren und Praktiker erklären auf Grund ihrer Erfahrung ein oder wenige Instrumente zu "Lieblingsinstrumenten", die sie so geschickt zu handhaben verstehen und mit ihnen so vertraut sind, dass sie auf weitere Instrumente verzichten können.

Die Grundtypen der Instrumente kehren in der Literatur immer wieder. Es handelt sich hierbei um Häkchen, Feilen, Sicheln, meisselförmige Stossinstrumente und Küretten, die in abgewandelter Form von verschiedenen Autoren angegeben und beschrieben werden. Mit diesen Instrumenten wird reissend, stossend, schabend und hebelnd gearbeitet. Man beginnt mit den groben Zahnreinigern und geht zu den feinen Instrumenten über. Die haken- und sichelförmigen Instrumente dienen zur Entfernung von groben, harten und voluminösen Inkrustationen, die Feilen dagegen zur Glättung der Oberfläche. Ausserdem kann mit ihnen die nekrotische Zementschicht abgeschabt werden. Die häkchenförmigen Enden eignen sich gut, kleinste Konkrementpartikelchen zu entdecken und

zu fassen. Die Instrumente werden vorsichtig in die Tasche geschoben, bis sie auf ein straffes, widerstandsfähiges Gewebe, den Boden der Tasche, stossen. Sobald das Instrument die Konkremente erfasst, wird es unter stetem Druck entlang der Zahnwurzel zurückgezogen.

Nach der instrumentellen Säuberung ist die Zahnwurzel, soweit zugänglich, noch zu polieren. Empfohlen werden Leinenstreifen, wie sie von der Politur der Silikat- und Kunststoffüllungen her bekannt sind. Anschliessend folgt die Glättung mit Bürstchen, Gumminapfund Holzstäbchen mit aufgeschwemmtem Bimsstein und Schlämmkreide in 3 % H_2O_2-Lösung (FISCHER (3), MÜLLER (13)). Um der Zahnwurzel eine möglichst glatte, glänzende Oberfläche zu geben, konstruierte SACHS (20) ein kleines, breit oder spitz zugeschnittenes Orangenhölzchen, welches in eigens dazu bestimmten Polierholzträger eingespannt wurde und in jede beliebige Stellung gebracht werden konnte.

Es lag nahe, diese mühevolle Kleinarbeit durch Maschineninstrumente zu erleichtern. NEUMANN (14) hat z.B. feine Feilen herstellen lassen, die in den automatischen Hammer eingesetzt werden können und ein rasches und sicheres Polieren ermöglichen sollen. Auch für die Turbine (Airotor) sind kürzlich geeignet erscheinende Instrumente entwickelt worden.

Zur Unterstützung und Erleichterung der instrumentellen Zahnstein- und Konkremententfernung sind verschiedene Medikamente entwickelt worden. Sie lockern das Gefüge der Steinbildungen und machen sie damit der mechanischen Entfernung zugänglicher (HERMANN's Solvolith, Lithopaste von RAWITZER, Zahnpasta nach TRAUNER, Tartasol nach HEAD u. a.). Eine Lösung der bereits vorhandenen harten Ablagerungen wird dabei jedoch nicht erreicht, höchstens eine Neubildung verzögert oder verhütet (SACHS (19), TRAUNER (21)).

Auf Grund der ähnlichen chemischen Zusammensetzung der Ablagerungen und der Zahnhartsubstanzen bedarf es bei Anwendung solcher Medikamente besonderer Vorsicht, da sie beide im selben Masse angreifen können.

4. Klinische Methoden der Konkremententfernung

Verschiedene klinische Methoden versuchen, der Bedeutung und den Schwierigkeiten der Entfernung von Konkrementen und des nekrobiotischen Wurzelzements gerecht zu werden.

Bei der subgingivalen Kürettage werden die Konkremente tastend aufgesucht und mit feinen Instrumenten, die in die Tasche eingeführt werden, entfernt. Nur der Tastsinn kontrolliert hierbei die Arbeit. Dieses Vorgehen schont in hohem Mass das parodontale Gewebe, das nach Ausschaltung der lokalen Reizfaktoren in vielen Fällen ausheilt (Ausheilungstherapie). Umstritten ist, ob es dabei zu einer Wiederanwachsung (Reattachment) oder nur zu einer innigen Anlagerung der Taschenninnenwand am Zement kommt.

Nach Ansicht von FRÖHLICH (5) und anderen Autoren trifft das letztere zu. Er ist deshalb der Überzeugung, dass diese sog. "Ausheilungstherapie" stets zum Rezidiv führen müsse, da die funktionelle Belastung des Zahnes nach Anlagerung des inneren Saumepithels an das Zement zu einem "Wackelspalt" (FENEIS) führe, der relativ rasch die Ursache zur erneuten akuten Zahnbetterkrankung darstellt.

Ausserdem sind nach FRÖHLICH der subgingivalen Kürettage durch die Tiefe der Taschen Grenzen gesetzt. Ob mit zunehmender Vertiefung der Taschen die Entfernung der Konkremente, des Taschenepithels und der Granulationen überhaupt noch möglich ist, wird fraglich. "Wenn die Vertreter der konservierenden Methoden zur Kontrolle ihrer Massnahmen einmal die Taschen chirurgisch abtragen würden, dann wären sie sicher erstaunt, dass sie trotz grosser Mühe immer noch Konkremente zurückgelassen haben." (FRÖHLICH)

Auch KLUCZKA (9) gibt einen Fall an, bei dem nach bestmöglicher subgingivaler Kürettage nach der Extraktion des Zahnes noch Konkrementpartikelchen gefunden wurden, womit eine Ausheilung illusorisch war.

Nach SACHS (20) liegt die Schuld, dass keine Ausheilung der marginalen Zahnbetterkrankungen erzielt wurde, nicht an der subgingivalen Kürettage an sich, sondern an der Unvollkommenheit der instrumentellen Methodik. Er betont, dass die Behandlungszeit bei dieser Arbeit keine Rolle spielen darf.

Andererseits lässt sich immer wieder feststellen, dass die konservative Beseitigung von Konkrementen zunächst zur entzündungsfreien Anlagerung der Taschenninnenwand an die Wurzelfläche führt. Diese Abheilung ist stets mit einer narbigen Schrumpfung und mit einer Abflachung der Tasche verbunden. Da das Ziel jeder Behandlung einer progressiven marginalen Parodontitis die Beseitigung der pathologisch vertieften Zahnfleischtasche ist, ist die konservative Methode heute nur noch dann indiziert, wenn eine genügende Verminderung der Taschentiefe auf 2-3 mm sicher erreicht werden kann. In diesen Fällen ist unter sonstiger Wahrung parodontalhygienischer Massnahmen

(Prothetik, Nachkontrollen, häusliche Pflege) nicht mit einem Rezidiv zu rechnen. Aus diesem Grunde und wegen der begrenzten Möglichkeit, Konkremente sicher zu beseitigen, bleibt die konservative Taschenkürettage in der Regel auf pathologisch vertiefte Zahnfleischtaschen bis zu 4 mm Tiefe beschränkt (KRÖNCKE, pers. Mitt.).

Um die Entfernung der Konkremente unter Kontrolle des Auges durchführen zu können, wurden verschiedene "chirurgische Verfahren" angegeben. Diese sind häufig verbunden mit der Entfernung sog. "funktionell-wertloser" Teile des Parodontiums.

Im einzelnen kennen wir die Aufklappung (KIRKLAND, Semi- und Full-Flap Operation), bei der zur exakten Entfernung und zur Glättung der Wurzeloberfläche die Gingiva propria zurückgeklappt und dann den geglätteten Wurzeloberflächen wieder angelegt wird.

Bei der Gingivektomie wird das Gewebe der tiefen Zahnfleischtaschen abgetragen, danach können die freiliegenden Zahnhälse und Wurzeloberflächen exakt von Konkrementen befreit werden.

Die radikal-chirurgische Methode begnügt sich nicht mit der Abtragung der Zahnfleischtasche; hier werden auch Knochentaschen eingeebnet. Auch bei diesem Vorgehen ist eine übersichtliche Konkremententfernung möglich.

Viele Autoren lehnen diese Methoden wegen des erheblichen Gewebsverlustes ab und betrachten auch "funktionell-wertlose Gewebe" als ausheilungsfähig.

Die Arbeitsgemeinschaft für Parodontoseforschung (Arpa) hat - unabhängig von diesen Meinungsverschiedenheiten - jeder Behandlungsart ihr Indikationsgebiet zugewiesen. Sie empfiehlt dem praktisch tätigen Zahnarzt bei leichten Fällen marginaler Zahnbetterkrankungen und Taschen bis zu 4 mm die subgingivale Kürettage. Die Gingivektomie ist als Schwertherapie bei Höhenabbau des knöchernen Parodonts und Taschen über 4 mm Tiefe angezeigt. Methoden der radikal-chirurgischen Behandlung (z.B. in Form der modellierenden Gingivoosteotomie) werden bei Seitenabbau und Kavernenbildung angewandt.

Im Rahmen meiner folgenden Untersuchungen mache ich mich weitgehend frei von den verschiedenartigen klinischen Bedingungen der Mundhöhle und arbeite unter optimalen Voraussetzungen: mit den üblichen Instrumenten ent-

ferne ich die Konkremente an Zähnen, die wegen fortgeschrittener Zahnbetterkrankung extrahiert werden mussten und prüfe mikroskopisch deren Oberflächenbeschaffenheit, um Rückschlüsse auf die Eignung der Instrumente zu erhalten. Als Optimum wird dabei neben der vollständigen Konkremententfernung die möglichst weitgehende Glättung der Wurzeloberfläche angesehen.

III. MATERIAL UND METHODEN

a. Instrumentelle Konkremententfernung an extrahierten Zähnen

Für meine Untersuchungen verwendete ich Zähne, die wegen starker Lockerung und vertiefter Zahnfleischtaschen extrahiert werden mussten und die Konkremente an Zahnhälsen und Wurzeloberflächen aufwiesen. Sie wurden kurzfristig in 4 % Formalin aufbewahrt.

Weiche, schmierige Beläge wurden, um genauere Einzelheiten erkennen zu können, mit einem Bürstchen vorsichtig entfernt. Betrachtet man dann die Zähne mit einer Lupe bei 10-40 facher Vergrösserung, so sieht man deutlich die Grenzlinie, bis zu der der Zahn noch gesundes, funktionstüchtiges Periodontium besass. Darüber ist der Bereich der Wurzeloberfläche ohne weiteres erkennbar, dessen Periodontium verloren gegangen ist und der zum grossen Teil mit Konkrementen bedeckt ist. Die Grenzlinie stellt den Boden der ehemaligen Tasche dar. Die Konkremente sind bei dieser Betrachtung leicht an ihrer typischen Ablagerungsform und Lokalisation sowie auch an ihrer Farbe zu erkennen. An fast allen Zähnen wiesen sie einen Abstand - nicht unter 1 mm - zum Taschenboden auf. Dieser Abstand war an den einzelnen Zähnen verschieden gross; stets aber liefen Taschenboden und Konkremente parallel.

Bezüglich der Morphologie der Konkremente fand ich die Untersuchungen EVERETT's (2) bestätigt, der "sechs verschiedene Formen des subgingivalen Zahnsteinansatzes" unterscheidet:

1. Krusten-, dorn- und knötchenartige Ablagerungen
2. Ring- und leistenförmige Ablagerungen
3. Finger- und farnartige Ablagerungen
4. Dünne, glatte Ablagerungen
5. Vereinzelte Inseln und Punkte

6. "Supragingivale" Ablagerungen auf "subgingivalen"

Am häufigsten fand ich ring- und leistenförmige Ablagerungen, die unterschiedlich breit und dick waren. Breite Bänder waren stets sehr dünn und deshalb schwer zu entfernen, während schmale Bänder dick waren und sich deshalb leichter entfernen liessen. An unteren Frontzähnen fanden sich die Konkremente bevorzugt an approximalen Flächen; sie folgten dabei jeder Einziehung der Wurzeloberfläche.

Ich entfernte die Konkremente mit Hand- und Maschineninstrumenten, bis auf der Wurzeloberfläche keine Rauhigkeiten mehr zu sehen und zu tasten waren. Die Zähne bearbeitete ich in der Hand unter Kontrolle des Auges, wobei ich versuchte, Ansatz und Arbeitsrichtung der Instrumente den jeweiligen klinischen Möglichkeiten anzupassen. Um bei der anschliessenden Untersuchung der Wurzeloberflächen mit Sicherheit die "Spuren" nur eines Instrumentes vorzufinden, wechselte ich am Einzelzahn das Instrument nicht. Ich achtete weiterhin darauf, dass jeder "Strich" der Handinstrumente den vorhergehenden überlappte, um sicher keine unbearbeitete Stellen zu belassen.

Aus der Vielzahl der heute gebräuchlichen Instrumente habe ich die charakteristischen ausgewählt:

An Handinstrumenten benutzte ich:

1. die Tompkinsfeile,
2. eine mit Diamant belegte Tompkinsfeile (Drendel & Zweiling),
3. eine Ashkürette,
4. Leinenstreifen.

1. Tompkinsfeile

Das blattförmige Arbeitsende des Instruments ist auf einer Fläche feilenartig eingekerbt. Die Richtung der Kerben steht senkrecht zum Instrumentenschaft (s. Abb. 2). Von der Kante betrachtet gleichen die Kerben einem Sägeblatt. Die Feile ist in verschiedenen Grössen erhältlich; HARNDT (6) empfiehlt die Grössen 1-4.

Entsprechend dem Vorschlag HARNDT's, das Instrument vorsichtig bis zum Taschenboden vorzuschieben und es dann schabend entlang der Wurzeloberfläche zurückzuziehen, bearbeitete ich denjenigen Bereich der Wurzeloberfläche, der die innere Wand der Zahnfleischtasche gebildet hatte. Die ebene Arbeitsfläche des Instrumentes erlaubte es nicht, den Einziehungen

der Wurzeloberfläche zu folgen. Besonders schwierig und oft unmöglich ist deshalb die Bearbeitung der Approximalflächen einwurzliger Zähne mit konkaven Furchen.

2. Mit Diamant belegte Tompkinsfeile (Drendel & Zweiling)

Das Instrument hat wie die Tompkinsfeile blattförmige, ebene Arbeitsenden, besitzt jedoch auf der Fläche statt Einkerbungen einen Diamantbelag (s. Abb. 3). Die Feile ist mit auswechselbarem Griff im Handel. Ansatz und Führung des Instruments entsprechen der oben beschriebenen Tompkinsfeile. Auch mit diesem Instrument können wegen der planen Arbeitsfläche Einziehungen der Wurzeloberfläche nicht erfasst werden.

3. Ashkürette

Das Instrument besitzt einen schlanken Schaft, der zur Spitze schmäler wird. Das Arbeitsende ist über eine schmale, ebene Fläche gebogen, um es den Wölbungen des Zahnes anzupassen. Der planen Fläche (face) gegenüber liegt eine gewölbte. Beide Flächen treffen sich in scharfen Winkeln, die dem Instrument schneidende Kanten verleihen und bei ziehender Handhabung wirksam werden. Gewölbte und plane Fläche gehen am Instrumentenende in einer scharfkantigen Rundung ineinander über; diese kann stossend benutzt werden.

Das Instrument kann vertikal und horizontal zur Zahnachse bewegt werden und wirkt ziehend und stossend als Kürette.

Bei ziehender Bewegung ist darauf zu achten, dass der Winkel zwischen Wurzeloberfläche und planer Fläche des Instruments nicht zu gross (keinesfalls grösser als 90^{o}) wird, da sonst die Gefahr besteht, dass sich das Instrument in das Zement eingräbt und Kerben verursacht. Bei zu kleinen Winkeln gleitet das Instrument zu leicht über die Oberfläche und es kommt höchstens zur Glättung der Konkremente, nicht aber zu deren Entfernung.

Wird das Instrument stossend benutzt, so sollte der Winkel zwischen planer Fläche und Wurzeloberfläche etwa 15^{o} messen (MILLER (11)); grössere Winkel verursachen auch hier Kerben, kleinere Winkel machen das Instrument wirkungslos.

4. Leinenstreifen

Diese von der Politur approximaler Silikatfüllungen bekannten Streifen werden nach Entfernung der groben Inkrustationen zur weiteren Säuberung und Glättung benutzt. Ich verwendete Leinenstreifen (Moyco, High Grade Dental finishing strips) grober und mittlerer Körnung.

Den zu bearbeitenden Zahn fixierte ich in einem kleinen Parallelschraubstock, fasste mit beiden Händen den Streifen und schmirgelte mit gleichmässigen Bewegungen die Wurzeloberfläche. Dabei liessen sich die buccalen und lingualen Flächen einwurzliger Zähne gut erfassen. Dagegen konnten die Approximalflächen einwurzliger Zähne wegen der Oberflächeneinziehungen und die gesamte Wurzeloberfläche mehrwurzliger Zähne wegen der auslaufenden Bifurkationen nicht exakt bearbeitet werden. Eine solche Fläche wird erst dann ganz erfasst, wenn die Umgebung einer Einziehung bis zu deren tiefsten Punkt abgetragen ist.

An Maschineninstrumenten benutzte ich:

1. Rosenbohrer, Grösse 4,
2. Finierer, rund, Nr. 6.
   " , flammenförmig, Nr. 4,
3. Turbineninstrument "Roto-Pro" (Busch)

Da in der Mundhöhle die horizontale Führung dieser Instrumente an Approximalflächen wegen der dichtstehenden Nachbarzähne nicht möglich ist, verzichtete ich bei meinen Versuchen auf diese Anwendung, obwohl die Bearbeitung mit dem Rosenbohrer oder dem runden Finierer am Einzelzahn eine solche Handhabung erlaubt hätte.

1. Rosenbohrer

Bei niederer Tourenzahl bearbeitete ich die Wurzeloberfläche mit einem Rosenbohrer (Grösse 4). Ich setzte den Rosenbohrer apikal der Ablagerungen oder auf ihnen selbst an und führte ihn unter leichtem Druck zügig nach inzisal. An oralen und vestibulären Flächen konnte der Bohrer auch horizontal um die Zähne geführt werden. Auf diese Weise trug ich Schicht für Schicht der Konkremente ab und beendete die Behandlung, als sich die Oberfläche hart und glatt anfühlte. Es liess sich auf diese Art die gesamte mit Konkrementen bedeckte Wurzeloberfläche auch konkave Einziehungen gut erfassen.

2. Finierer

Der runde Finierer liess sich genau so handhaben wie der Rosenbohrer. Auch er erfasste alle Flächen, selbst tiefe Einziehungen der Wurzeloberfläche.

Mit dem flammenförmigen Finierer lassen sich die buccalen und lingualen Wurzeloberflächen oft nur bei vertikaler Führung des Instruments (von mesial oder distal her) bearbeiten.

3. Turbineninstrument "Roto-Pro" (Busch)

Das Instrument ist 22 mm lang, besitzt ein 7 mm langes sechskantig-scharfes Arbeitsende, das spitz ausläuft. Jede der sechs Flächen stellt eine Seite einer sehr schlanken Pyramide über einem sechseckigen Grundriss dar, der aus einem runden Stab herausgearbeitet ist. Auch dieses Instrument kann (wie der flammenförmige Finierer) wegen der Kronenausladung nur in Ausnahmefällen horizontal am Zahn geführt werden. Man ist daher auch hier meist gezwungen, mit dem Instrument in schräger oder vertikaler Richtung zu arbeiten.

Inzwischen wurde von der Firma Busch & Co. ein neuer "Roto-Pro" mit sog. Perio-Spitze entwickelt, der zur Entfernung von Konkrementen geeignet sein soll. Dieser unterscheidet sich von dem mit normaler Spitze durch seine verkürzte Form und seine klinische Anwendung.

Da ich dieses Instrument nur zusammen mit Spray-Kühlung benutzte, war das Arbeitsfeld dauernd "verwischt" und so weitgehend der Kontrolle des Auges entzogen. Weiterhin war die Arbeit dadurch erschwert, dass sich feuchte Konkremente nur noch schwer erkennen lassen. Auch das Tastempfinden ist mit diesem Instrument weitgehend aufgehoben. Zwar kann man bei laufendem Instrument z. B. fühlen, ob man noch groben Zahnstein entfernt oder bereits den Schmelz bearbeitet, doch lässt sich tastend nicht unterscheiden, ob noch Konkremente oder bereits Wurzelzement entfernt werden.

b. Die Replica-Technik (Darstellung der bearbeiteten Wurzeloberfläche)

Zur Darstellung der mit den verschiedenen Instrumenten bearbeiteten Wurzeloberfläche wendete ich die sog. "Replica-Technik" an. Ich stellte Abdrücke aus Kollodiumfilm her, die ich unter dem Mikroskop betrachtete und photographierte.

Das Verfahren geht auf WOLF zurück, dem die ersten Abdrücke von Zahnoberflächen gelangen, die unter dem Lichtmikroskop betrachtet werden konnten. Verbessert wurde die Methode von HEUSER, WYCKOFF und PANTKE (15).

Bei meinen Untersuchungen habe ich mich im wesentlichen PANTKEs Methode bedient.

Als Abdruckmittel benutzte ich eine 4%-ige Kollodiumlösung, die ich zu gleichen Teilen mit Amylacetat und Äther auf 2 % verdünnte. Um die Abdrücke später unter dem Mikroskop gut betrachten zu können, gab ich in den zur Verdünnung benutzten Äther so viel Sudan (III)-Farbstoff, bis er tief rot war.

15 m^3 dieser gefärbten Kollodium-Acetat-Lösung goss ich in eine Petrischale von etwa 9 cm Durchmesser. Ein Plastilinwulst zwischen Petrischale und Deckel erlaubte ein Abdampfen des Äthers, gleichzeitig war durch das Abdecken die Flüssigkeit vor Verunreinigungen geschützt. Im freien Raum (bei Zimmertemperatur) trocknete die Flüssigkeit innerhalb 24 Stunden ein. An der Innenfläche der Petrischale klebte ein feiner, gleichmässig dicker Film, den ich vorsichtig mit einem Skalpell von der Innenwand ablöste und mit einer Pinzette vom Boden abhob. Aus der so gewonnenen Scheibe schnitt ich 20 x 5 mm grosse Streifen.

Den zu untersuchenden Zahn fixierte ich in einem Plastilinblock und gab auf die gewünschte, horizontal liegende Wurzeloberfläche und auf einen Streifen je einen Tropfen Kollodium-Amylacetat-Lösung. Sobald der Streifen an der benetzten Stelle wellig wurde, legte ich ihn vorsichtig mit einer Pinzette auf die angefeuchtete Wurzeloberfläche. Kurz danach verschwand die wellige Oberfläche des Streifens, es entstand ein feucht-glänzender Film: Der Streifen hatte sich vollständig aufgelöst; dadurch war ein Abdruck, "die Replica" der betreffenden Wurzeloberfläche entstanden.

Nachdem die Replica getrocknet war - was bei Zimmertemperatur bis zu einer halben Stunde dauerte - fasste ich sie mit den Fingern oder einer Pinzette an einem Ende und zog sie langsam von der Wurzeloberfläche ab. Die unwesentlichen Randpartien schnitt ich ab, legte das Präparat mit der Impressionsfläche nach oben auf einen Objektträger und fixierte darüber mit Leukoplaststreifen ein Deckglas.

Ich betrachtete die Präparate unter dem Kameramikroskop (Ultraphot II) und

photographierte typische Ausschnitte in 45 facher Vergrösserung.

c. Rauhtiefenmessungen mit dem Profilographen

Mit dem Profilographen (Hersteller: Fa. Dr. Förster, Reutlingen) wird das Profil der darzustellenden Oberfläche mit Hilfe einer Saphir- bzw. Diamantnadel abgetastet. Die Nadelbewegungen werden in einem elektromechanischen Wandlersystem in elektrische Spannungen umgewandelt, die der Testnadelbewegung exakt proportional sind. Diese elektrische Spannungen werden verstärkt und einem Schreibsystem zugeführt, welches das abgetastete Oberflächenprofil sofort formgetreu in dem gewählten Vergrösserungsmassstab auf einen Papierstreifen aufzeichnet. Die Messstrecke beträgt in der Regel 2 mm.

Der Auflagedruck der Nadel ist ausserordentlich gering (kleiner als 0,1 g), um den spezifischen Flächendruck klein zu halten, d.h. um eine Beschädigung der Oberfläche durch den Taster zu vermeiden. Der Spitzenradius der Nadel beträgt normal 10 µ . Das Messbereich des Profilographen liegt zwischen 0,3 µ und 100 µ . Der Profilograph erlaubt eine Vertikalvergrösserung von 300:1 bis 100 000:1. Bei den vorliegenden Untersuchungen wurde eine 1000 fache Vertikalvergrösserung gewählt. Die Horizontalvergrösserung ist abhängig von der Transportgeschwindigkeit des Papierstreifens. Das Gerät erlaubt vier Geschwindigkeiten und zwar 10, 20, 50 und 100 mm je Sekunde (mm/sec). Gewählt wurde eine Geschwindigkeit von 20 mm/sec.

IV. ERGEBNISSE

Es sollte geprüft werden, welche Oberflächengestalt an dem mit Konkrementen besetzten Abschnitt von Zahnwurzeln mit Hilfe der verschiedenen hierfür in Frage kommenden Instrumente erzielt werden kann. Um jeweils das Optimum des Erreichbaren zu erhalten, wurden die Versuche an extrahierten Zähnen vorgenommen. Bei der instrumentellen Bearbeitung wurde jedoch darauf geachtet, dass Ansatz und Arbeitsrichtung des jeweiligen Instrumentes stets den klinischen möglichen Bedingungen entsprechen.

Zur Beurteilung wurden Oberflächenbilder in 45 facher Vergrösserung (Replica-Methode) hergestellt, von denen jeweils ein charakteristisches nachfolgend

wiedergegeben wird.

Bei sämtlichen Abbildungen verläuft die Zahnachse senkrecht, d.h. parallel zur längeren Seite des rechteckigen Formates. Der obere Rand der Abbildungen zeigt stets nach coronal. Die Arbeitsrichtung der verschiedenen Instrumente wird durch Pfeile angegeben, um die Orientierung zu erleichtern.

In zweiter Linie wurde die Oberfläche der bearbeiteten Wurzelabschnitte mit einem Profilographen abgetastet, um ein Bild von der Rauhtiefe der bearbeiteten Fläche und von den teilweise instrumentell bedingten groben Unebenheiten zu erhalten.

Schliesslich wurde der Vorteil der Bearbeitung der Wurzelfläche ausserhalb des Mundes und unter ständiger Sichtkontrolle ausgenützt, um kritisch zu beobachten, inwieweit die einzelnen Instrumente geeignet sind, alle Flächen der Zahnwurzel zu erreichen und zu glätten. Besonders wurden hierbei die konkaven Einziehungen der meist approximal gelegenen Wurzelflächen und die zervikalen Abschnitte unter dem wulstartigen Schmelzansatz beachtet.

Die nachfolgenden Oberflächenbilder und Rauhtiefenmessungen zeigen ganz allgemein, dass jedes angewendete Instrument auf der Wurzeloberfläche Spuren hinterlässt, die sich auf zwei verschiedene Ursachen zurückzuführen lassen:

a. Spuren, die durch Art, Form und Materialbeschaffenheit des verwendeten Instrumentes bedingt sind.

Als charakteristische Beispiele zeigen die folgenden Bilder Aufnahmen von drei Handinstrumenten in 20 facher Vergrösserung. Hierbei ist deutlich zu sehen, dass die Oberfläche der Instrumente Eigenschaften hat, die sich je nach Handhabung und Beschaffenheit des behandelnden Zahnes entsprechend auswirken müssen. Die Kante der Ashkürette ist fein gekerbt und keineswegs so sauber poliert, wie es erwartet werden dürfte, um einen guten Erfolg zu erzielen (Abb. 1). Die Grate der Tompkinsfeile (Abb. 2) verlaufen nicht parallel. Sie sind mehr oder weniger abgerundet und nicht gleich hoch. Der Diamantbelag der modifizierten Tompkinsfeile (Abb. 3) ist ungleichmässig rauh, Höcker, Spitzen und Kanten sind abgestumpft.

b. Spuren, die auf die Handhabung des Instruments zurückzuführen sind: z.B. Ansetzen und Absetzen des Instruments, flächige oder kantige Führung, Stärke des Aufdrucks.

Eine Verkantung der Feilen verursacht Rillen und Furchen, die besonders leicht bei zu steiler Stellung der Küretten entstehen. Die von den Bohrern und Finierern hervorgerufenen Riefen sind ausser vom Durchmesser auch vom Druck, der auf die Instrumente ausgeübt wird, von der Tourenzahl und von der Geschwindigkeit der Führung abhängig.

Beide Spuren treten mehr oder weniger ausgeprägt gemeinsam auf. Die individuellen Unterschiede bei der Anwendung der Instrumente durch verschiedene Behandler können naturgemäss erheblich sein.

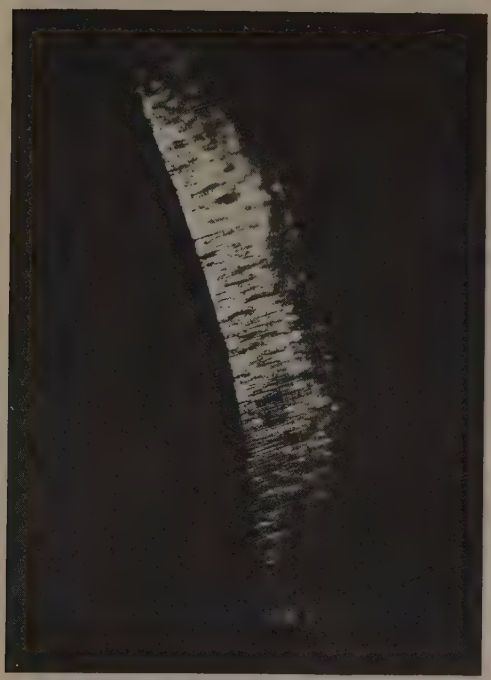


Abb. 1: Ashkürette
Blick auf die Arbeitsfläche
(Vergr. 20 x)

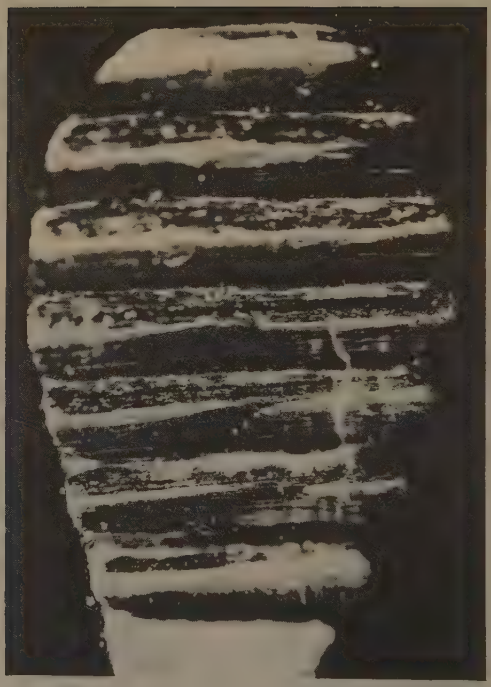


Abb. 2: Tompkinsfeile
Blick auf die Arbeitsfläche
(Vergr. 20 x)

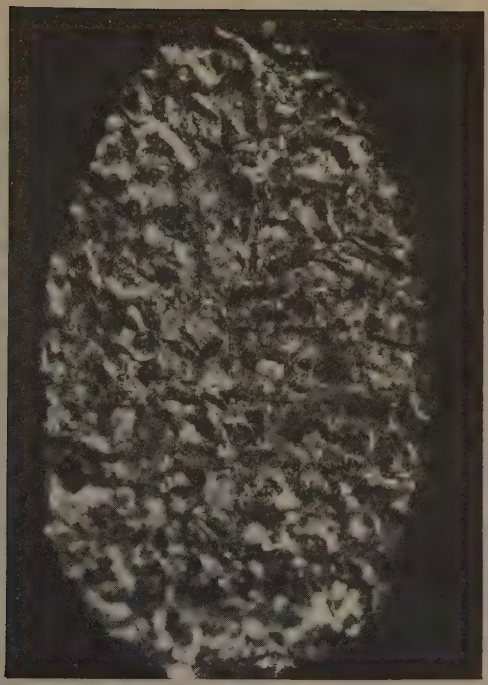


Abb. 3: Tompkinsfeile mit Diamantbelag
Blick auf die Arbeitsfläche
(Vergr. 20 x)

Abb. 4. Oberflächenbild (Vergr. 45 x) und Profilogramm (Empfindlichkeit 0-30 µ) einer approximalen Wurzelfläche nach Bearbeitung mit einer Tompkinsfeile (vergl. Abb. 2). Das Instrument wurde unter klinischen Bedingungen von buccal und von lingual her angesetzt. Es hinterlässt markante Spuren mit einer mittleren Rauhtiefe um 2-3 µ. An den Grenzzonen der Bearbeitung überdeckt sich das Relief fischgrätartig. Auch die am unteren Bildrand beginnende, apikalwärts gelegene konkave Einziehung der Wurzelfläche wurde durch das Instrument gut erreicht.

Handinstrumente

Abb.4.

Arbeitsrichtung

Tasterführung parallel zur Zahnachse

Abb. 5. Oberflächenbild (Vergr. 45 x) und Profilogramm nach Bearbeitung der Wurzelfläche mit der Diamant-belegten Tompkinsfeile (vgl. Abb. 3) zeigen grobe, tiefe und ungleichmässige Rillen, die in der Arbeitsrichtung verlaufen. Die mittlere Rautiefe liegt in der Grössenordnung von 8-10 µ.

Handinstrumente

Abb.5.

Arbeitsrichtung

Tasterführung senkrecht zur Zahnachse

Abb. 6. Oberflächenbild (Vergr. 45 x) und Profilogramm (Empfindlichkeit 0-30 µ) einer Buccalfläche nach Bearbeitung mit einer Ashkürette (vgl. Abb. 1). Es zeigen sich flache, ungefähr gleichmässig tiefe Kratzer. Sie weisen in Arbeitsrichtung einen wellenförmigen Verlauf auf, der durch ungleichmässigen Zug des Instruments bedingt ist. Die mittlere Rauhtiefe beträgt ca. 2-3 µ .

Handinstrumente

Abb.6.

Arbeitsrichtung

Tasterführung senkrecht zur Zahnachse

Tasterführung parallel zur Zahnachse

Abb. 7. Oberflächenbild (Vergr. 45 x) und Profilogramm (Empfindlichkeit 0-30 µ) einer mit Leinenstreifen abgeschmirgelten Lingualfläche zeigen feine, scharfe gleichgerichtete Rillen, die entsprechend der Anwendbarkeit des Leinenstreifens quer zur Zahnachse verlaufen. Die mittlere Rauhtiefe liegt bei der gewählten Körnung des Streifens in der Grössenordnung von 4-5 µ .

Handinstrumente
Abb.7.

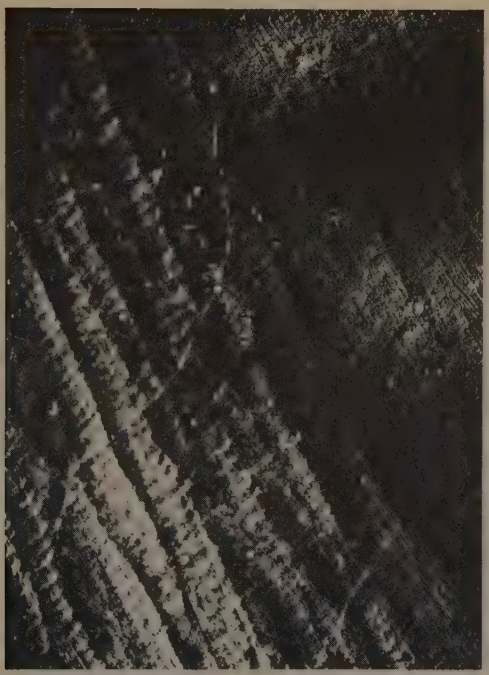
Arbeitsrichtung

Tasterführung parallel zur Zahnachse

Abb. 8. Wurzeloberfläche nach gründlicher Bearbeitung mit einem Kugelfinierer (Vergr. 45 x). Das Bild lässt die in Arbeitsrichtung verlaufenden Bahnen des Finierers erkennen, die (siehe Profilogramm) konkav mit dazwischenliegenden Graten ausgebildet sind. Die Riefentiefe beträgt ca. 30 µ, die mittlere Rautiefe 2-3µ . Beachtenswert sind die regelmässigen feinen Querrillen, die von den Hieben des Kugelfinierers herrühren.

Maschineninstrumente

Abb.8.



Arbeitsrichtung

Tasterführung senkrecht zur Zahnachse

Abb. 9. Oberflächenbild (Vergr. 45 x) und Profilogramm einer Approximalfläche nach Bearbeitung mit einem flammenförmigen Finierer. Die obere Bildhälfte zeigt verhältnismässig gleichförmige, langdurchziehende feine Rillen, die in Arbeitsrichtung verlaufen und von den Hieben des Finierers herrühren. Die untere Bildhälfte weist einzelne durch die Instrumentenführung bedingte Bahnen auf, die ungefähr 20 µ tief sind. Die mittlere Rauhtiefe beträgt 2-4 µ .

Maschineninstrumente

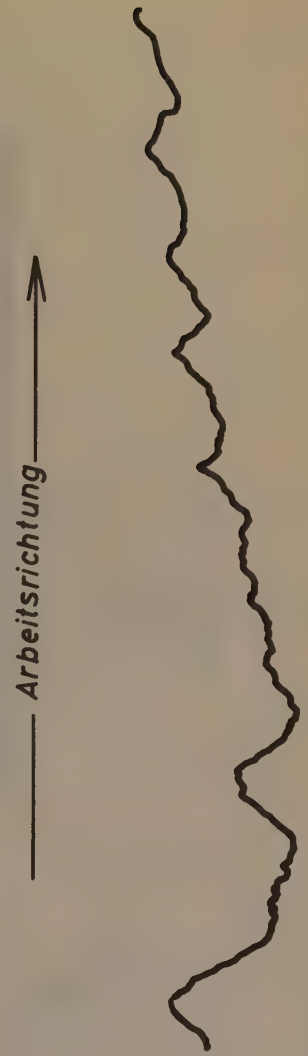
Abb.9.

Arbeitsrichtung

Tasterführung senkrecht zur Zahnachse

Abb. 10. Buccale Wurzeloberfläche nach gründlicher Bearbeitung mit einem Rosenbohrer (Vergr. 45 x). Die Grobstruktur des Bildes ist bedingt durch die in Arbeitsrichtung verlaufende Bahnen, die durch Grate voneinander abgesetzt sind. In diesen verlaufen quer in Abständen gratförmige Erhebungen (siehe Profilogramm). Die Feinstruktur der Bahnen rührt von Hieben des Rosenbohrers her. Die Riefentiefe beträgt ca. 35 µ ; die mittlere Rauhtiefe 3-5 µ .

Maschineninstrumente
Abb.1o.



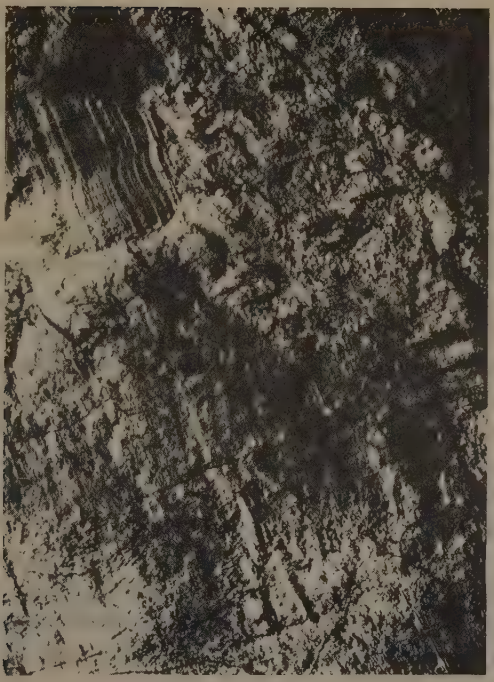
Tasterführung parallel

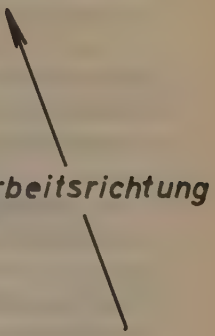
zur Zahnachse

Abb. 11. Das Oberflächenbild (Vergr. 45 x) einer approximalen Wurzelfläche nach Bearbeitung mit dem Turbineninstrument " Roto-Pro" ist charakterisiert durch grobe und unregelmässige Absprengungen der Zahnsubstanz. In begrenzten Flächen sind feine, in Arbeitsrichtung verlaufende Schleifrillen erkennbar, die von Hieben im Instrument herrühren. Die Tiefe der Absprengungen beträgt ca. 10-12 µ ; die mittlere Rauhtiefe 2-4µ .

Maschineninstrumente

Abb.11.





Tasterführung senkrecht zur Zahnachse

V. DISKUSSION DER ERGEBNISSE UND KRITISCHE BEWERTUNG FÜR DIE PRAXIS

1. Diskussion der Einzelergebnisse

Das Oberflächenbild der mit der Tompkinsfeile bearbeiteten Wurzeloberfläche (Abb. 4) ist in sich einheitlich. Die Rillen sind gleichmässig tief. Neben feinen, strichförmigen, von den ungleich hohen Graten und deren Einkerbungen herrührenden Kratzern sind etwas dickere, durch leichte Verkantung der Feile verursachte Spuren zu sehen.

Ähnlich diesem Oberflächenbild ist dasjenige, das durch die Bearbeitung mit der Ashkürette entstanden ist (Abb. 6). Auch hier sind durch die feingekerbte Kante des Instrumentes verursachte Spuren zu erkennen. Vereinzelte, nicht so parallel wie die vorigen verlaufenden Kratzer, sowie die Wellenlinie entlang des Bildrandes sind auf die Handhabung zurückzuführen. Wahrscheinlich hat sich das Instrument bei der ziehenden Bewegung immer wieder im Zement leicht verhakt.

Die Leinenstreifen (Abb. 7) hinterlassen auf der bearbeiteten Oberfläche Spuren, die durch die gewählte Körnung hervorgerufen wurden.

Von diesen Oberflächenbildern weicht dasjenige wesentlich ab, bei dem mit der Diamant-belegten Feile gearbeitet wurde (Abb. 5). Es lässt die Gleichmässigkeit und die Einheit des Gesamtbildes der vorigen vermissen. Die von den groben Diamantsplitter hervorgerufenen Rillen und Kratzer sind unregelmässig und weitaus tiefer, so dass der Eindruck einer rauhen Gesamtfläche entsteht. Die Spuren, die von den Diamantsplittern herrühren, und diejenigen, die durch die Art und Weise der Handhabung entstehen, sind in diesem Falle nicht zu trennen.

Beim Vergleich der Bilder der mit Maschineninstrumenten bearbeiteten Wurzeloberflächen (Abb. 8-11) zeigt sich, dass die Bearbeitung mit dem flammenförmigen Finierer (Abb. 9) die feinste und einheitlichste Oberfläche ergibt. Seine Flammenform erzeugt flache, jedoch kurze und nicht ganz gleichmässige Rillen. Die Lichtunterschiede im oberen Teil des Bildes sind wahrscheinlich durch die Unebenheit des Films bedingt, da auch hier die Kratzer nicht unterbrochen sind.

Der Kugel-Finierer (Abb. 8) erzeugt Riefen, die durch gleichmässige Quer-

rillen abgesetzt sind. Diese rühren von den einzelnen Schneiden des Instruments her und sind je nach der Geschwindigkeit der Instrumentenführung und der Tourenzahl mehr oder weniger weit auseinandergezogen. Bemerkenswert sind die verbleibenden scharfen Grate. Die Riefentiefe ist ausser vom Durchmesser des Instruments auch vom Druck, mit dem das Instrument geführt wird, und von der Härte des Zements abhängig.
Obere und untere Bildhälfte liegen auf Grund der Tiefenschärfe des Mikroskops in zwei verschiedenen Ebenen. Nur die untere Hälfte zeigt deutlich die Riefenform. Die feinen Kratzerspuren der oberen Hälfte rühren wahrscheinlich von Rauhigkeiten der einzelnen Schneiden des Instruments her.

Das mit dem Rosenbohrer (Abb. 10) erzeugte Relief hat im wesentlichen den gleichen Charakter wie das mit dem Finierer erzeugte. Die Riefen und Querrillen sind jedoch stärker und tiefer ausgeprägt.

Während auf allen Oberflächenbildern die Arbeitsrichtung unschwer wieder zu erkennen ist, ist sie auf der mit dem Turbineninstrument "Roto-Pro" (Abb. 11) bearbeiteten Oberfläche nicht ohne weiteres zu sehen. Feine Rillen auf den begrenzten Flächen geben Hinweise. Es sind ungleichmässig tiefe Absprengungen zu erkennen, die keinerlei Regelmässigkeit aufweisen. Das Gesamtbild ist unruhig. Die einzelnen Veränderungen ausser den erwähnten Schleifrillen erlauben keine exakte Analyse ihrer Herkunft. Bei keinem der untersuchten Instrumente scheint die Härte des Zements für das entstandene Relief so ausschlaggebend zu sein wie beim "Roto-Pro".

2. Kritischer Vergleich der Ergebnisse unter Berücksichtigung der anatomischen und klinischen Gegebenheiten

Stellt man die Aufnahmen der mit Handinstrumenten bearbeiteten Wurzeloberflächen denjenigen gegenüber, die mit Maschineninstrumenten bearbeitet wurden, so zeigt sich deutlich bei den ersteren ein feineres Relief; lediglich die mit Diamant belegte Tompkinsfeile macht hierbei eine Ausnahme. Die Riefen und die unkontrollierbaren Absplitterungen, die die Oberfläche besonders ungünstig formen, fehlen bei den mit Handinstrumenten bearbeiteten Flächen stets.

Die Wurzeloberflächenreliefs, die durch die Bearbeitung mit der Tompkinsfeile, der Ashkürette und den Leinenstreifen entstehen, sind als das unter klinischen Bedingungen erreichbare Optimum aufzufassen. Die alleinige Anwendung der anderen Instrumente, vor allem des Rosenbohrers,

der Diamant-belegten Feile und des Roto-Pro ergibt dagegen eine wesentlich gröbere und rauhere Oberfläche. Um den klinischen Anforderungen gerecht zu werden und eine Wiederanlagerung (Reattachment) der Gingiva zu erreichen, müssten hier anschliessend geeignete feinere Instrumente benutzt werden. Deshalb sollten diese Instrumente nur zur rationellen Entfernung der gröbsten Konkremente verwendet werden.

Die anatomische Form der Zähne verlangt eine spezifische Ausbildung der Instrumente. Es ist auch zu berücksichtigen, dass die Handhabung durch die Stellung der Zähne im Zahnbogen sowie durch die oft engen Approximalräume stark eingeschränkt wird.

Die Tompkinsfeile mit ihrer planen Arbeitsfläche erlaubt nicht immer den oft nur geringgradigen, konkaven Einziehungen der Wurzeloberfläche zu folgen. Flächen, die zwischen zwei Erhebungen liegen, bleiben oft unbearbeitet. Ausserdem ist das Instrument mitunter nicht grazil genug, in die pathologisch vertiefte Zahnfleischtasche des Approximalraumes eingeführt zu werden.

Das gleiche gilt um so mehr für die Diamant-belegte Feile, da sie noch massiver ist als die Tompkinsfeile.

Das zweckmässig gebogene Arbeitsende der Ashkürette erlaubt es dagegen, die einzelnen gewölbten Flächen der Zähne gut zu erfassen; nur tiefe und kleinflächige Einziehungen sind schwer erreichbar. Das besonders grazile Arbeitsende des Instruments erlaubt die Approximalflächen eher zu erreichen als dies mit der Tompkinsfeile oder mit der Diamant-belegten Feile möglich ist.

Der Leinenstreifen lässt sich von buccal oder von lingual her an allen Zähnen und Flächen gut verwenden. Dies gilt besonders unter den Bedingungen einer Gingivektomie. Tiefe Einziehungen der Wurzeloberfläche werden naturgemäss ungenügend erfasst.

Maschineninstrumente können im allgemeinen nur bei chirurgischer Freilegung der konkrementbehafteten Wurzelflächen angewandt werden.

Rosenbohrer und Kugel-Finierer entsprechender Grösse können jeweils gut der Zahnoberfläche folgen. Für die Interdentalräume sind oft kleinere Grössen nötig, die das flächenhafte Arbeiten entsprechend erschweren.

Der flammenförmige Finierer erreicht dagegen nicht so gut alle Flächen der Zahnwurzel. Die Ausladung der Krone macht bei horizontaler Führung eine exakte Bearbeitung der Zahnhälse unmöglich.

Das relativ geringe Tastgefühl bei der Anwendung von Maschineninstrumenten ist bei Verwendung des Roto-Pro in der Turbine so weit vermindert, dass eine exakte und gefühlsmässig kontrollierte Führung an der Zahnoberfläche nicht mehr möglich ist. Wahrscheinlich kommt es deshalb meist nur zu groben Absprengungen der Konkremente und nicht zum feinen Abspänen der nekrobiotischen Zementschichten.

Zur Übersicht werden die diskutierten Vor- und Nachteile der Instrumente in einer Tabelle gegenübergestellt (siehe S. 40).

Insgesamt gesehen scheint mir von den untersuchten Instrumenten die Ashkürette am geeignetsten zu sein. Mit ihr kann auch unterklinischen Bedingungen eine relativ glatte und feine Oberfläche erreicht werden; ihre Form erlaubt fast alle Flächen der Zahnoberflächen zu erreichen. Wir sind aber überzeugt, dass die technische Verarbeitung des Instrumentes vor allem durch sorgfältige Politur noch verbessert werden kann. Dann müsste auf diesem Wege das Ziel optimal erreichbar sein, Konkremente an den Wurzelflächen abzutragen und die nekrobiotische Zementschicht so weit abzutragen und zu glätten, dass die günstigsten Voraussetzungen für eine reizlose Anlagerung der Taschenninnenwand und für eine Wiederverwachsung gegeben sind.

Tabelle: Übersicht über die Vor- und Nachteile der geprüften Instrumente

	Erfassen des anatomischen Zahnhalses	Erfassen konkaver Einziehungen der Wurzeloberfläche	Tastempfinden	Wurzeloberflächenrelief
Tompkinsfeile	(+)	-	++	++
Diamantbelegte Feile	(+)	-	+	-
Ash-Kürette	++	(+)	++	++
Leinenstreifen	+	-	+	+
Kugel-Finierer	+	+	(+)	(+)
flammenförmiger Finierer	-	(+)	(+)	(+)
Rosenbohrer	+	+	(+)	-
Roto-Pro	-	-	-	-

Zeichenerklärung: ++ = sehr gut, + = gut, (+) = eingeschränkt als gut zu beurteilen, - = unbefriedigend.

VI. ZUSAMMENFASSUNG

In Angleichung an die klinischen Bedingungen wurden verschiedenartige Instrumente an extrahierten Zähnen auf ihre Eignung zur Konkrementenentfernung und zur Glättung der Wurzeloberfläche geprüft. Oberflächenbilder (Replica-Methode) und Profilogramme erlauben eine Bewertung der Ergebnisse. Klinische und anatomische Gegebenheiten wurden bei der Beurteilung berücksichtigt. Dabei war folgendes festzustellen:

1. Das feinste Oberflächenrelief lässt sich mit der Ashkürette und mit der Tompkinsfeile erreichen.

2. Kleinflächige Einziehungen der Oberfläche sind mit allen Instrumenten mehr oder weniger schlecht zugänglich. Am geeignetsten ist wiederum die Ashkürette.

3. Maschineninstrumente lassen sich nicht befriedigend durch den Tastsinn kontrollieren. Die Oberflächenformen sind stets gröber und rauher als nach Bearbeitung mit Handinstrumenten.

4. Bei der instrumentellen Konkremententfernung ist den Handinstrumenten der Vorzug zu geben. Als ungeeignet muss von diesen lediglich die mit Diamantsplittern belegte, modifizierte Tompkinsfeile bezeichnet werden.

5. Die vorliegenden Oberflächenstudien zeigen, wie sehr die Feinstruktur der Wurzelfläche ausser von der Handhabung auch von der Präzision und Politur des verwendeten Instruments abhängt. Auch die an sich gut geeignete Ashkürette kann in dieser Hinsicht noch verbessert werden.

Besonderen Dank sage ich Herrn Prof. Dr. A. Kröncke für die Überlassung des Themas und für die Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit.

VII. LITERATURVERZEICHNIS

1. BALAN, E: Vom Parodontosestatus zum Parodontalstatus
Dtsch. Stomat. 6, H. 7, S. 415 (1956)

2. EVERETT, F.G.: Morphology of Submarginal Calculus
J. Periodont. Vol. 30, H. 1, S. 27 (1959)

3. FISCHER, C.H.: Die Parodontopathien
Berlinische Verlagsanstalt, Berlin W. 15, 1957, S. 90 f

4. FOCKE, G.: Zur Benennungsweise in der Parodontologie
Dtsch. zahnärztl. Zschr. 1956 I, S. 599

5. FRÖHLICH, E.: Grundsätzliche Fragen der chirurgischen Behandlung der marginalen Parodontitis
Dtsch. zahnärztl. Zschr. 1953 I, S. 523

6. HARNDT, E.: Paradentitis und Parodontose
München, Carl Hanser, 1950, S. 120

7. HARNDT, E.: Konservative und chirurgische Behandlungsmethoden der marginalen progressiven Parodontitis
Dtsch. zahnärztl. Zschr. 1953 I, S. 221

8. KANTOROWICZ, A.: Die Periodontitis
in: PARTSCH- BRUHN- KANTOROWICZ : Konservierende Zahnheilkunde, Band II, München, J.F. Bergmann, 1925, S. 121

9. KLUCZKA, J.: Leichttherapie der Parodontose
Österr. Zschr. f. Stomat. 52, H. 6, S. 291 (1955)

10. LOOS, S.: Handinstrumente für die konservative Zahnfleischtaschenbehandlung
Österr. Zschr. f. Stomat. 1953, S. 146

11. MILLER, S.C.: Textbook of Periodontia
Blakiston Company, Philadelphia / Toronto 1948 S. 231

12. MITSCHERLICH, BONWILL, YOUNGER : zit. nach SACHS :
Beiträge zur Kenntnis von Bildung des Zahnsteins
Dtsch. Mschr. f. Zahnhk. 1914, S. 117

13. MÜLLER, O.: Über Behandlung tiefer Taschen
Zahnärztl. Rdsch. 1956, H. 10, S. 246

14. NEUMANN : zit. n. SACHS in:
PARTSCH- BRUHN- KANTOROWICZ, Bd. II
Konservierende Zahnheilkunde,
München, J.F. Bergmann 1925, S. 448

15. PANTKE, H.: Die Replica-Technik
Stoma 9, H. 2, S. 86 (1956)

16. PEIRCE, PAUL: zit. n. SACHS: siehe Nr. 12

17. RIFFLE, A.B.: The cementum during curettage
J. Periodont. 23, H. 3, S. 170 (1952)

18. RIGGS : zit. n. SACHS : siehe Nr. 14, S. 486

19. SACHS, H.: Moderne Mundhygiene auf "biologischer" Grundlage
Zahnärztl. Rdsch. 1920, H. 20, S. 231

20. SACHS, H.: Die Pflege des Mundes und der Zähne
in: PARTSCH- BRUHN- KANTOROWICZ:
Konservierende Zahnheilkunde, Bd. II
München, J.F. Bergmann 1925, S. 451

21. TRAUNER, R.: Zahnsteinbekämpfung und Mundpflege
Österr. Zschr. f. Stomat. 1920, S. 413

22. WANNENMACHER, E.: Frühdiagnose, Frühbehandlung und prognostische Beurteilung der marginalen Parodontopathien
Dtsch. zahnärztl. Zschr. 1959, Teil I, S. 209

23. ZANDER, H.A.: The Attachement of Calculus to Root Surfaces
J. Periodont. 24, S. 16 (1953)

LEBENSLAUF

Am 7. Juli 1937 wurde ich, Annegret Seydel, als älteste Tochter des Zahnarztes Dr. Carl Seydel und seiner Ehefrau Annemarie, geb. Vogel, in Altensteig geboren.

Nach vier Jahren Grundschule besuchte ich von 1947-1953 das Progymnasium in Altensteig und trat anschliessend in das Gymnasium in Nagold ein. Dort bestand ich 1956 die Reifeprüfung.

Mit dem Sommersemester 1956 begann ich an der Universität Tübingen das medizinische und zahnmedizinische Studium. Im Herbst 1958 legte ich beide Physika ab.

Das zahnmedizinische Studium setzte ich an den Universitäten Kiel und Tübingen fort und legte im Herbst 1961 das zahnärztliche Staatsexamen ab.